

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-206177

(P 2 0 0 2 - 2 0 6 1 7 7 A)

(43) 公開日 平成14年7月26日 (2002. 7. 26)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
C23C 26/00		C23C 26/00	A 4H104
C10M103/02		C10M103/02	4K029
103/04		103/04	4K044
125/04		125/04	
169/04		169/04	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全4頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-401685 (P 2000 - 401685)

(22) 出願日 平成12年12月28日 (2000. 12. 28)

(71) 出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72) 発明者 山本 浩

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究本部内

(74) 代理人 100091948

弁理士 野口 武男

最終頁に続く

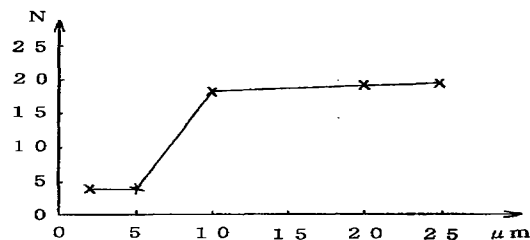
(54) 【発明の名称】 優れた摺動特性を有する摺動部材

(57) 【要約】

【課題】 摩擦係数が小さく、耐磨耗性と摺動特性とに優れ、摺動面の間に異物が混入しても磨耗や剥離が起きにくい被膜を形成した金属製の摺動部材を提供する。

【解決手段】 摺動部材の母材表面に、膜厚が5 μ m以上のW, Ta, V, Ti, Cr, Mo, Nb, Zr, Hfの1種又はそれらの金属から選ばれる2種以上の元素からなる金属を含有する非晶質炭素膜を形成する。

金属含有非晶質炭素膜の膜厚と剥離強度との関係を示す相関図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金属製の摺動部材であって、表面に金属を含有する非晶質炭素膜を有し、同非晶質炭素膜の膜厚が $5\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする摺動部材。

【請求項 2】 前記非晶質炭素膜に含まれる金属が、W, Ta, V, Ti, Cr, Mo, Nb, Zr, Hf の 1 種又はそれらの金属から選ばれる 2 種以上の元素からなることを特徴とする請求項 1 記載の摺動部材。

【請求項 3】 前記非晶質炭素膜と摺動部材の母材との間に、同非晶質炭素膜に含有される金属と同等の金属膜からなる中間層を有してなることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の摺動部材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、摩擦係数が小さく耐磨耗性に優れるばかりでなく、特に耐剥離性にも優れた各種の金属製摺動部材に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、特開平 6 - 3 4 6 0 7 4 号公報には、特に耐磨耗性の低いアルミニウム系材料からなる摺動部品の摺動面に、膜厚が $2\sim 20\mu\text{m}$ である窒素及びケイ素を含有する非晶質硬質炭素膜で被覆することを提案している。かかる被膜を鉄系合金製の摺動部品に適用してもよく、ケイ素を含有する非晶質硬質炭素膜の厚みを $4\sim 15\mu\text{m}$ の範囲にすると、耐磨耗性と耐剥離性に優れた摺動部品が得られるとしている。更にケイ素のみならず、同時に窒素を含有する非晶質硬質炭素膜は、膜厚を $2\sim 20\mu\text{m}$ の範囲にすれば、十分な耐磨耗性と耐剥離性が確保できるというものである。

【0003】特に、窒素及びケイ素を含有する非晶質硬質炭素膜の成膜は、平行平板型高周波プラズマ CVD 法によって、原料ガスとしてメタン、及び 0°C に保った TMS を窒素ガスでバブリングすることにより得られる TMS と窒素の混合ガスを、プラズマ中に導入し、高速度工具鋼 (SKH51) を基材表面に、膜厚が $5\mu\text{m}$ 、ビッカース硬度が 2700 の窒素及びケイ素を含有する非晶質硬質炭素膜を形成している。また、前記窒素及びケイ素を含有する非晶質硬質炭素膜の膜厚を $4\sim 15\mu\text{m}$ の範囲にすると剥離も亀裂も発生しないとしている。

【0004】一方、例えば専門雑誌である「機械設計、1996年3月号」の第87～92頁によれば、精密機械部品の表面の耐磨耗特性を向上すべくダイヤモンドドライカーボンをコーティングしても、高荷重がかかる部所では膜が割れを起こすなどの問題があるとして、新たにダイヤモンドドライカーボンをコーティングするときの副産物であるタングステンカーバイト・カーボン (WC/C) の低摩擦係数と硬度に着目し、これをコーティングすることにより、無潤滑運転が可能となり、耐磨耗性、耐こじり性、耐荷重性なども著しく向上することを

紹介している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記特開平 6 - 3 4 6 0 7 4 号公報にも記載されているごとく、ケイ素及び窒素を含有する非晶質硬質炭素膜を摺動部材にコーティングすると、膜内部に蓄積される内部応力が大きく、膜厚を厚くするに従って非晶質硬質炭素膜の剥離強度が低下するといった課題が発生する。したがって、異物が混入する部位にあつては、高荷重がかかる部位における非晶質硬質炭素膜の耐磨耗性と異物のかみ込みに対する耐剥離性を両立させることは困難である。

【0006】このように、従来のこの種のコーティング技術にあつては、そのコーティング膜厚と剥離性とは反比例の関係にあり、摺動特性が損なわれないうえに小さい膜厚に設定することが一般的とされている。因みに、前記公報によってもケイ素及び窒素を含有する非晶質硬質炭素膜の膜厚の好ましい値を $4\sim 8\mu\text{m}$ として、膜厚の上限を規定している。因みに、上記「機械設計」に記載された (WC/C) のコーティング厚も $1\sim 4\mu\text{m}$ としている。これは、WC/C のコーティングにあつても、上記ケイ素及び窒素を含有する非晶質硬質炭素膜と同様に、膜厚と剥離性とは反比例の関係にあると考えられていたことによる。

【0007】本発明の目的は、非晶質硬質炭素膜による耐磨耗性と低摩擦係数に優れた特性を生かしつつ、更に基材に対するコーティング膜の剥離強度を大幅に向上させることが可能な摺動部材を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段及び作用効果】本発明者等は、優れた摺動特性を有する非晶質硬質炭素膜にあつて、そのコーティング膜の硬度を高くすると共にその膜厚を大きくしても、耐剥離性の向上が図れるならば、種々摺動部の寿命を大幅に向上できると考えた。しかるに、上述のごとく、従来は膜厚を大きくすることは剥離性や割れなどの点から採用することが難しいとされてきた。

【0009】そこで、本発明者等は WC/C によるコーティング膜の膜厚を様々に変更して摺動試験を行ったところ、意外なことに WC/C によるコーティング膜にあつては、その膜厚が所定の値を越えると剥離強度が急激に高くなり、更に成膜が可能な範囲においてある値を越えると、その剥離強度は高い値でほぼ一定となり低下が見られなくなるということを知った。本件請求項 1 に係る発明は、こうした従来では予測し得なかった現象に着目して開発されたものである。

【0010】しかも、非晶質硬質炭素膜に含有させる材質としては、前記タングステンカーバイトに限らず、多様な金属からなる元素を採用することができるとも知った。本件請求項 2 に係る発明は、かかる知見に基づいてなされたものである。

【 0 0 1 1 】すなわち、請求項 1 に係る発明は、金属製の摺動部材であって、表面に金属を含有する非晶質炭素膜を有し、同非晶質炭素膜の膜厚が $5 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴としている。

【 0 0 1 2 】非晶質炭素膜に金属を含有させると、膜内の内部応力が蓄積されにくくなり、その脆性が改善されるばかりでなく、コーティング対象となる母材表面との接合力が向上し、硬度を高くしても割れがなくなり、しかも母材に対する耐剥離性が向上する。しかも、非晶質炭素膜の膜厚を $5 \mu\text{m}$ 以上とすると前記耐剥離性が一段と向上し、 $10 \mu\text{m}$ を越えると $5 \mu\text{m}$ のときの剥離強度の略 4 倍程度の大きな剥離強度が得られる。

【 0 0 1 3 】請求項 2 に係る発明は、非晶質炭素膜に含有させる上記金属の種類を挙げており、その金属は W に限らず、Ta, V, Ti, Cr, Mo, Nb, Zr, Hf の 1 種又はそれらの金属から選ばれる 2 種以上の元素からなることを特徴としており、それらの金属を含有させることによって、WC/C と同様の特性が期待できる。

【 0 0 1 4 】請求項 3 に係る発明は、前記非晶質炭素膜と摺動部材の母材との間に、同非晶質炭素膜に含有される金属と同等の金属膜からなる中間層を有してなることを特徴としている。この発明によれば、母材の表面に予め非晶質炭素膜に含有される金属と同種の金属からなる薄膜を形成しておくことにより、以降に形成される金属含有非晶質炭素膜との接合性が改善され、剥離強度を更に高くすることができる。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を代表的な実施例について図面を参照して具体的に説明する。図 1 は、本発明に係る摺動部材の金属含有非晶質炭素膜の成膜に適用される成膜装置の概略構成を示している。

【 0 0 1 6 】本実施例では、成膜処理前の摺動部材 1 の摺動面に、直接タングステン (W) の薄膜をコーティングし、その後に前記金属含有非晶質炭素膜としての WC/C をコーティングしている。それらの膜の生成はマグネトロンスパッタリングのプラズマ加速式 PVD を採用している。

【 0 0 1 7 】まず、成膜処理前の摺動部材 1 に対して常法にしたがって洗浄、脱脂を行い、これをマグネトロンスパッタリング装置 10 の密閉チャンバ 11 に設置された回転ステージ 12 上に載置固定して、真空ポンプによって排気してチャンバ内を 10^{-3}Pa 以下まで減圧したのち、チャンバ内にアルゴンガスを導入する。チャンバ 11 の内部には、前記回転ステージ 12 の他に、エレクトロンビームガン 13、金属を含有する非晶質炭素膜形成用の WC や TaC 等からなる第 1 ターゲット 14、中間層形成用の金属 W, Ta 等からなる第 2 ターゲット 1

5 が配されている。また、アルゴンガス及び反応ガスであるアセチレンガスの導入口 16、17 と、室内を真空にするためのガス排出口 18 を有している。

【 0 0 1 8 】アルゴンガスの導入後、室内を 0.3Pa の圧力に保って、アルゴンガスをプラズマ化して、エッチングにより前記摺動部材 1 の表面の酸化層等を除去する。その後、 0.5Pa のアルゴンガス中で前記第 2 ターゲット 15 から成膜物質であるタングステンを徐々に除去してプラズマ雰囲気中に放出してスパッタリングを行い、成膜処理前の摺動部材 1 に中間層である W 膜を成膜する。この中間層は $0.1 \sim 2 \mu\text{m}$ の膜厚とすることが好ましい。

【 0 0 1 9 】次いで、チャンバ内にアルゴンガスとアセチレンガスを導入して、内圧を 2.0Pa に保ち、WC からなる第 1 ターゲット 14 から WC を放出してスパッタリングを行い、チャンバ内のアセチレンガスと反応させながら、摺動部材 1 の中間層表面に、 $2 \mu\text{m}$ 、 $5 \mu\text{m}$ 、 $10 \mu\text{m}$ 、 $20 \mu\text{m}$ 、 $25 \mu\text{m}$ の 5 水準の膜厚の W 含有非晶質炭素膜を形成し、摺動部材 A～E を得た。

【 0 0 2 0 】これらの摺動部材 A～E に対して、それぞれダイヤモンド製の先端半径 $50 \mu\text{m}$ のロックウェルタイプの圧子を有するスクラッチテストを使って、 $20 \text{N}/\text{min}$ の負荷速度と $10.5 \text{mm}/\text{min}$ の引っかかり速度でスクラッチテストを行った。図 2 はその結果をグラフで示したものである。

【 0 0 2 1 】図 2 から理解できるように、膜厚が $5 \mu\text{m}$ までは剥離強度が 4N 程度であるが、膜厚が 5μ 以上では剥離強度が急激に上昇し、特に $10 \mu\text{m}$ を越えると剥離強度は $18 \sim 20 \text{N}$ の間を僅かに漸増するに過ぎなくなつて安定化する。すなわち、膜厚が $10 \mu\text{m}$ を越えると剥離強度は、膜厚が $5 \mu\text{m}$ までの剥離強度の約 4 倍以上となり、従来の認識が大きく覆されたことが分かる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る摺動部材の表面に形成する金属含有非晶質炭素膜の成膜装置の概略構成図である。

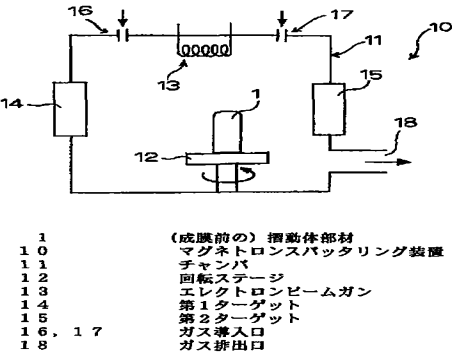
【図 2】金属含有非晶質炭素膜の膜厚と剥離強度との関係を示す相関図である。

【符号の説明】

1	(成膜前の) 摺動部材
10	マグネトロンスパッタリング装置
11	チャンバ
12	回転ステージ
13	エレクトロンビームガン
14	第 1 ターゲット
15	第 2 ターゲット
16, 17	ガス導入口
18	ガス排出口
A～E	摺動部材

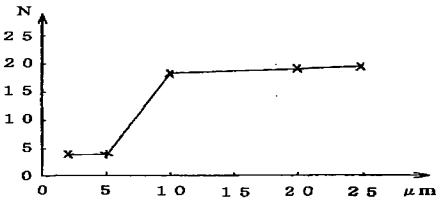
【 図 1 】

本発明に係る摺動部材の表面に形成する金属含有非晶質炭素膜の成膜装置の概略構成図



【 図 2 】

金属含有非晶質炭素膜の膜厚と剥離強度との関係を示す相関図



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
C 2 3 C 14/06		C 2 3 C 14/06	N
			F
			L
// C 1 0 N 10:08		C 1 0 N 10:08	
10:10		10:10	
10:12		10:12	
30:06		30:06	
40:02		40:02	
50:08		50:08	
F ターム (参考)	4H104 AA04A AA08A AA08C FA04		
	FA05 FA06 LA03 PA01 QA12		
	4K029 AA02 BA02 BA07 BA11 BA16		
	BA17 BA34 BA55 BA57 BA64		
	BB02 BB10 BD04 CA06 DC39		
	EA01		
	4K044 AA01 AB10 BA02 BA18 BB01		
	BB03 BB17 BC01 CA13		